

Rec'd PCT/PTO 10 MAY 2005

PCT/JP03/14343

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

12.11.03

#2

10/534438

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2002年11月12日

出願番号
Application Number: 特願2002-328053
[ST. 10/C]: [JP2002-328053]

出願人
Applicant(s): 松下電器産業株式会社

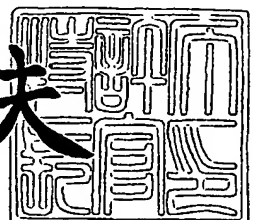
RECEIVED	
09 JAN 2004	
WIPO	PCT

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年12月18日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2003-3104893

【書類名】 特許願

【整理番号】 2032440269

【提出日】 平成14年11月12日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 1/173

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 森川 顕洋

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 横山 敏史

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 北岡 康夫

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 山本 和久

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100097445

【弁理士】

【氏名又は名称】 岩橋 文雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100103355

【弁理士】

【氏名又は名称】 坂口 智康

【選任した代理人】

【識別番号】 100109667

【弁理士】

【氏名又は名称】 内藤 浩樹

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011305

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809938

【書類名】 明細書

【発明の名称】 レーザモジュールおよびその作製方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 パッケージに、半導体レーザと光導波路デバイスとサブマウントを含む発光デバイスが固定されているレーザモジュールにおいて、前記サブマウントには溝が形成され、前記半導体レーザは前記溝に対し出射端面が略平行となるように前記溝の近傍の所定位置に固定され、前記光導波路デバイスを固定する接着剤が前記溝に接している、もしくは、前記溝の近傍に位置していることを特徴とするレーザモジュール。

【請求項 2】 前記半導体レーザの出射端面と前記接着剤の距離 D が $0\text{ mm} < D < 0.2\text{ mm}$ であることを特徴とする請求項 1 に記載のレーザモジュール。

【請求項 3】 前記光導波路デバイスは、前記光導波路デバイスの入射端面近傍と、前記導波路デバイスの出射端面近傍の、少なくとも 2 点で接着剤により、固定されていることを特徴とする請求項 1 に記載のレーザモジュール。

【請求項 4】 入射端面近傍の接着剤の面積は、出射端面近傍の接着剤の面積よりも大きいことを特徴とする請求項 3 に記載のレーザモジュール。

【請求項 5】 前記光導波路デバイスの厚み T_1 が $T_1 < 1\text{ mm}$ であることを特徴とする請求項 1 に記載のレーザモジュール。

【請求項 6】 前記光導波路デバイスの幅 W が $W < 0.85\text{ mm}$ であることを特徴とする請求項 1 に記載のレーザモジュール。

【請求項 7】 前記光導波路デバイスの長さ L が $L > 10\text{ mm}$ であることを特徴とする請求項 1 に記載のレーザモジュール。

【請求項 8】 前記サブマウントの厚み T_2 が $T_2 < 0.3\text{ mm}$ であることを特徴とする請求項 1 に記載のレーザモジュール。

【請求項 9】 パッケージに、半導体レーザと光導波路デバイスとサブマウントを含む発光デバイスが固定されているレーザモジュールの作製方法において、

前記サブマウントには溝が形成され、前記半導体レーザは前記溝に対し出射端面が略平行となるように前記溝の近傍の所定位置に固定する第一の工程と、

前記光導波路デバイスを固定する接着剤が前記溝に接している、もしくは、前

記溝の近傍に位置しているように前記光導波路デバイスを前記サブマウントに固定する第二の工程と、

前記サブマウントを前記パッケージに固定する第三の工程を備え、

この順に工程を行うことを特徴とするレーザモジュールの作製方法。

【請求項10】 パッケージに、半導体レーザと光導波路デバイスとサブマウントを含む発光デバイスが固定されているレーザモジュールの作製方法において、前記サブマウントには溝が形成され、前記半導体レーザは前記溝に対し出射端面が略平行となるように前記溝の近傍の所定位置に固定する第一の工程と、

前記光導波路デバイスを固定する接着剤が前記溝に接している、もしくは、前記溝の近傍に位置しているように前記光導波路デバイスを前記サブマウントに固定する第二の工程と、

前記サブマウントを前記パッケージに固定する第三の工程を備え、

第一、第三、第二の工程を順に行うことを特徴とするレーザモジュールの作製方法。

【請求項11】 前記各工程の後、前記光導波路デバイスの出射端面近傍に固定剤を流し込むことにより、前記光導波路デバイスの前記出射端面近傍を固定する第四の工程を更に備えたことを特徴とする請求項9または10に記載のレーザモジュールの作製方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体レーザと光導波路デバイスをサブマウント上に実装し、かつサブマウントがパッケージ実装されたレーザモジュールおよびその作製方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

近年、光ディスク装置は（1）光源の短波長化、（2）レンズの高NA（Numerical Aperture）化などによって大容量化が進んできた。具体的には、従来より普及しているコンパクトディスク装置では780nmの近赤

外光を用いるのに対し、より高密度の情報再生を実現したデジタル多用途ディスク (DVD: Digital Versatile Disc) では650nmのAlGaInP系赤色半導体レーザが用いられている。今後さらなる高密度な次世代光ディスク装置を実現するため、青色光源の実用化は必要不可欠なものになってきている。青色レーザ実現の1手段として、波長変換デバイスを用いた光導波路型擬似位相整合方式第2高調波発生 (Quasi-Phase-Matched Second-Harmonic-Generation、以下QPM-SHGとする) 技術がある。この技術を用いたSHG青色レーザは、近年注目されている直接発光型のGaN系青色半導体レーザと比較した場合、低ノイズ (-145 dB/Hz) であり、波長及び広がり角のばらつきも小さく、基本波であるAlGaAs系半導体レーザの駆動電圧が小さい (2V) 等の特長を有する。また、SHG青色レーザを光ディスク用光源として使用するには、小型・軽量化することが必要不可欠であるが、プレーナ型直接結合SHG青色レーザは、結合系のレンズを必要としないため、十分な小型化を実現することができる (例えば特許文献1参照)。

【0003】

【特許文献1】

特許第3156444号公報 (第4-6頁、第7図)

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

図9 (a) および (b) に、プレーナ型直接結合SHG青色光源の構成図を示す。Siサブマウント94上に実装された光導波路型QPM-SHGデバイス92と波長可変DBR半導体レーザ93から構成される。光導波路型QPM-SHGデバイス92は、x板MgOドープLiNbO₃基板91上に形成されたリッジ型光導波路95と周期的な分極反転領域96より構成されている。周期的な分極反転領域96は、MgO:LiNbO₃基板の+x面に櫛形電極を形成し、電界を印加することにより作製された。基本波光と第2高調波光の伝搬速度のずれを、周期的分極反転領域により補償し、擬似的な位相整合条件を満足している。基本波および高調波は、リッジ型光導波路95を導波光として伝搬するため、長

い相互作用長が確保でき、高い変換効率が実現できる。

【0005】

さらなる小型・軽量化、低コスト化のひとつの手法として、SHG青色レーザで使用する各種部品の小型化が挙げられる。

【0006】

そこで、SHGデバイスであるLiNbO₃の素子幅を3mmから0.85mmへ、またSiサブマウントについては、幅を5mmから2mm、厚みを0.8mmから0.3mmへ変更することでSHG青色レーザの小型化を試みた。

【0007】

小型化に伴い、SHG素子、サブマウント、パッケージは温度上昇時の膨張による影響を受けやすくなる。SHG素子は素子幅が狭くなったため、接着剤の幅方向では接着面積が減少することで、接着強度の低下が起こり、またサブマウントは厚みの減少に伴い、小さな応力でも歪みやすくなり、温度上昇によるSHGデバイスの結合ずれは以前のデバイスサイズに比べ、一層発生しやすくなる。

【0008】

光導波路波長変換型SHGデバイスでは、基本波である赤外光の結合パワーの二乗に高調波パワーである青色光パワーは比例するので、結合ずれによる赤外光結合パワー低下は、青色光出力の顕著な低下を起こす。また、このような温度変化時における結合ずれは、パッケージへの固定時のみに限らず、熱サイクル試験、高温保持試験、高温高湿試験等、モジュールの各信頼性試験においても発生する。さらに、SHG青色レーザの温度特性にも影響し、高温動作時、例えば60℃動作時における半導体レーザと光導波路デバイスの結合効率の低下を引き起こし、その結果、高温動作時における青色出力低下を引き起こす。

【0009】

本発明の目的は、このような超小型SHG青色レーザモジュール作製時における温度上昇で発生する結合ずれを回避し、SHGレーザモジュール作製時の作製歩留まりを向上させることである。また、もうひとつの目的は、作製したモジュールがモジュール保存環境下での温度変化、モジュール動作環境下での温度変化において、赤外光の結合パワー、および青色光出力を一定に保ち、高い信頼性を

確保することである。

【0010】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、本発明のレーザモジュールは、パッケージに、半導体レーザと光導波路デバイスとサブマウントを含む発光デバイスが固定されているレーザモジュールにおいて、前記サブマウントには溝が形成され、前記半導体レーザは前記溝に対し出射端面が略平行となるように前記溝の近傍の所定位置に固定され、前記光導波路デバイスを固定する接着剤が前記溝に接している、もしくは、前記溝の近傍に位置していることを特徴とし、これによりレーザモジュールのサブマウント固定工程で生じる結合ずれを回避し、安定した赤外光の結合パワー、および青色光の出力を確保し、さらには熱サイクル試験、高温保持試験、高温高湿試験、モジュール動作環境下での温度変化時においても赤外光、青色光の安定した出力を確保するという作用効果を有する。

【0011】

前記半導体レーザの出射端面と前記接着剤の距離 D が $0\text{ mm} < D < 0.2\text{ mm}$ であることが好ましい。

【0012】

前記光導波路デバイスは、前記光導波路デバイスの入射端面近傍と、前記導波路デバイスの出射端面近傍の、少なくとも2点で接着剤により、固定されていることが好ましい。

【0013】

入射端面近傍の接着剤の面積は、出射端面近傍の接着剤の面積よりも大きいことが好ましい。

【0014】

前記光導波路デバイスの厚み T_1 が $T_1 < 1\text{ mm}$ であることが好ましい。

【0015】

前記光導波路デバイスの幅 W が $W < 0.85\text{ mm}$ であることが好ましい。

【0016】

前記光導波路デバイスの長さ L が $L > 10\text{ mm}$ であることが好ましい。

【0017】

前記サブマウントの厚み T_2 が $T_2 < 0.3\text{mm}$ であることが好ましい。

【0018】

さらに、本発明のレーザモジュールの第一の作製方法は、パッケージに、半導体レーザと光導波路デバイスとサブマウントを含む発光デバイスが固定されているレーザモジュールの作製方法において、前記サブマウントには溝が形成され、前記半導体レーザは前記溝に対し出射端面が略平行となるように前記溝の近傍の所定位置に固定する第一の工程と、前記光導波路デバイスを固定する接着剤が前記溝に接している、もしくは、前記溝の近傍に位置しているように前記光導波路デバイスを前記サブマウントに固定する第二の工程と、前記サブマウントを前記パッケージに固定する第三の工程を備え、この順に工程を行うことを特徴とし、これによりレーザモジュールのサブマウント固定工程で生じる光導波路デバイスの結合ずれを回避し、安定した赤外光の結合パワー、および青色光の出力を確保し、さらには熱サイクル試験、高温保持試験、高温高湿試験等の温度変化時においても赤外光、青色光の安定した出力を確保するという作用効果を有する。

【0019】

また、本発明のレーザモジュールの第二の作製方法は、パッケージに、半導体レーザと光導波路デバイスとサブマウントを含む発光デバイスが固定されているレーザモジュールの作製方法において、前記サブマウントには溝が形成され、前記半導体レーザは前記溝に対し出射端面が略平行となるように前記溝の近傍の所定位置に固定する第一の工程と、前記光導波路デバイスを固定する接着剤が前記溝に接している、もしくは、前記溝の近傍に位置しているように前記光導波路デバイスを前記サブマウントに固定する第二の工程と、前記サブマウントを前記パッケージに固定する第三の工程を備え、第一、第三、第二の工程を順に行うことを特徴とし、これによりレーザモジュールのサブマウント固定工程で生じる光導波路デバイスの結合ずれを回避し、さらに安定した赤外光の結合パワー、および青色光の出力を確保することができる。

【0020】

また、前記本発明のレーザモジュールの第一、第二の作製方法においては、前

記各工程の後、前記光導波路デバイスの出射端面近傍に固定剤を流し込むことにより、前記光導波路デバイスの前記出射端面近傍を固定する第四の工程を更に備えることが好ましい。この好ましい工程によれば、光導波路デバイスの入射端面近傍と、前記導波路デバイスの出射端面近傍の、少なくとも2点で接着剤により、固定されているレーザモジュールを作製する際、レーザモジュールのサブマウント固定工程において、より頻繁に生じる光導波路デバイスの結合ずれを回避し、安定した赤外光の結合パワー、および青色光の出力を確保することができ、その実用的効果は大きい。

【0021】

【発明の実施の形態】

半導体レーザと光導波路型波長変換デバイスをサブマウント上に実装した短波長レーザモジュールにおいては、半導体レーザ光の光導波路型波長変換デバイス伝搬後の結合出力、および波長変換された高調波光出力が、パッケージ固定での温度変化時や熱サイクル試験等の信頼性試験における温度変化時において、一定に保たれることが必要不可欠である。

【0022】

以下の実施の形態では、半導体レーザとその光の波長を半分にする光導波路型波長変換デバイスから構成される短波長レーザモジュールにおいて、サブマウント固定後、熱サイクル試験後、あるいはその他の温度変化時におけるSHG素子、サブマウント、パッケージの歪みにより発生する結合ずれを解消し、赤外光、および青色光の出力の信頼性を確保する方法について説明する。次に、本発明の具体的な例を説明する。

【0023】

（実施の形態1）

本実施の形態では、光波長変換デバイスとしてMgOドープLiNbO₃基板上に作製したQPM-SHGデバイスを、半導体レーザとして波長可変機能を有する波長可変DBR半導体レーザを用いた、SHG青色光源について説明する。本実施の形態では、QPM-SHGデバイスをSiサブマウント上にUV接着剤により1点固定した際、接着剤の固定位置を半導体レーザの出射端近傍に制御す

る構造にすることでモジュールの温度変化時における基本波結合パワー、および青色出力の安定性を確保する。

【0024】

本実施の形態のSHG青色レーザについて図1で説明する。まず、波長可変半導体レーザ103をSiサブマウント104の上の光軸方向に対して、ある特定の位置に高精度に実装する。

【0025】

Siサブマウント104にはあらかじめ光軸方向に対して平行に幅0.2mm、深さ50 μ mのエッチング溝110が形成されており、結果的に半導体レーザ103の出射端手前に半導体レーザの出射面と平行な溝が位置することになる。

【0026】

この溝には、次の二つの効果がある。

【0027】

一つ目は、エッチング溝110を形成することにより、QPM-SHGデバイスを固定するのに使用する紫外線硬化剤107は半導体レーザ103の出射端から0.2mmの一定の位置を常に維持することができる。

【0028】

半導体レーザと接着剤の距離を0.2mmで維持しながらQPM-SHGデバイスを実装したサブマウントをパッケージに固定するために、パッケージ内で位置決め後、80℃×2Hの熱処理（Agペースト硬化条件）をおこなった。この時、パッケージ後の赤外光結合出力はパッケージ前の出力と同じであり、結合ずれを起こすことなく、パッケージ内にサブマウントを固定することができた（実験結果は、図2の●点）。

【0029】

一方、従来の接着剤の塗布位置を制御できないサブマウントを使用したモジュール構造（図9（a））では、接着剤と半導体レーザの距離を一定に保つことができないため、接着剤の距離が半導体レーザの出射面から離れた場合（>0.2mm）には、パッケージ固定後のSHGデバイスの結合ずれが大きくなり、赤外光結合出力の低下が増大する（図2）。熱処理の工程時にはQPM-SHGデバ

イスである LiNbO_3 、 Si サブマウントの Si 、パッケージ材料である Cu 、それぞれの線膨張係数が異なるために常温である 25°C から 80°C に上昇した際、各材料が互いに異なる膨張量であるために接着剤の固定点を基点として歪みが生じる。そのため、接着剤の距離が半導体レーザの出射端面に近い場合はパッケージ固定時の温度上昇時の歪みに対しても SHG デバイスの固定位置は保持され結合ずれを起こさないが、接着剤の距離が半導体レーザの出射端面から遠い場合は、温度上昇時に赤外光結合出力が低下するほどの歪みによる結合ずれが生じる。歪みによる結合ずれの主な要因は、1) SHG 素子幅が狭い (0.85 mm) ことによる接着面積減少から起きる接着強度低下、2) SHG 素子長が長い ($10\sim12\text{ mm}$) ことによる SHG 素子の光軸方向における撓み、3) Si サブマウントが薄い (0.3 mm 厚) による Si サブマウントの歪み、が挙げられる。

【0030】

モジュールの小型化を実現するためには 1)、3) に示すように SHG 素子幅の狭窄化、および Si サブマウントの薄板化は必要であり、またモジュールの高出力化を実現するには高い変換効率が必要であり、相互作用長を長くするためには 2) に示す SHG 素子長の確保も必要不可欠である。

【0031】

本実施の形態のように Si サブマウントに溝を形成することで接着剤の固定位置を一定距離に制御し、1)～3) に示したデバイス構造を確保した状態で、パッケージ固定後の SHG 素子の結合ずれを回避することができる。

【0032】

二つ目の溝の効果について述べる。この溝は、紫外線硬化剤 107 が塗布後 QPM-SHG デバイス 102 の実装中に半導体レーザ 103 の端面への流れ込みを防止することができる点においても有用である。温度変化時における結合ズレを回避するために、従来の図 9 (a) に示すような溝の形成されていないサブマウントを使用し、接着剤を半導体レーザ出射端面近傍 (出射端面との距離 0.2 mm 以内) に近接させるように試みた。その結果、半導体レーザの出射端面近傍に接着剤を塗布するため、SHG デバイスの位置決め中に接着剤が半導体レーザ

のほうへ移動し、半導体レーザの端面に回り込むことが頻繁に発生した。半導体レーザ端面に接着剤が回り込むことで半導体レーザ光の発光時に出射端面が劣化し、パワー低下を引き起こす。本実施の形態のように溝を形成することで、接着剤の半導体レーザ端面への回り込みを回避し、SHGデバイスの実装歩留まり向上を実現した。

【0033】

さらに、本実施の形態では、接着剤がQPM-SHGデバイスの入射端近傍に位置している（入射端から0.2mmの位置）ので、温度上昇時に光軸方向のSHGデバイスの膨張を軽減できる。接着剤固定位置がSHGデバイスの入射端面から離れるほど、温度上昇時に膨張する距離が長くなる。SHGデバイスの線膨張係数が 14×10^{-6} なので、SHGデバイスの入射端面から0.5mm離れた位置に接着固定点がある場合、25℃から80℃までの温度上昇に伴い、SHGデバイスは光軸方向、すなわち半導体レーザ出射端側に向かっておよそ0.4μm伸びることになる。SHGデバイス入射端面は半導体レーザ出射端面に対し、ほぼ0μmの距離に直接結合させているため、温度上昇時にSHGデバイスが半導体レーザ側に向かって膨張する長さが長いほど、半導体レーザやSHGデバイスを破損させたり、結合ずれを起こしたりする可能性が高くなる。本実施の形態ではSHG素子の入射端から0.2mmの位置に接着剤の固定点を制御することができるため、25℃から80℃の温度上昇時の光軸方向への膨張量はわずか0.1μmであり、SHGデバイスと半導体レーザの接触することで結合ずれや破損を引き起こす可能性をきわめて低くすることができるので、その実用的効果は大きい。

【0034】

SHG青色レーザを光ディスク装置に搭載するためには、保存環境下、および動作環境下での各種信頼性試験を達成しなければならない。ここでは本実施の形態により作製したモジュールの各種信頼性について検討する。

【0035】

はじめに、保存環境下における結合パワー、青色光出力の信頼性について説明する。本実施の形態により作製したSHG青色レーザを高温連続試験（100℃

×500H)、ヒートサイクル試験(−45℃~80℃(1サイクル)×200サイクル)、高温高湿(60℃90%×500H)の環境下での結合パワーの信頼性試験をおこなった。その結果、上記に挙げた信頼性試験後、結合パワーは変化することなく安定であることを確認し、本実施の形態におけるモジュール構造が信頼性に強いモジュールであることが実証された。

【0036】

光ディスク装置に搭載する際、SHGレーザの温度特性も重要である。SHGレーザ動作温度を10~60℃まで変化させた場合の赤外光の結合パワー特性を測定した。図3(a)および図3(b)は10℃~60℃におけるSHGデバイスの伝達効率の温度特性を示したものである。図3(a)は接着剤固定点が離れた(LD出射端面から接着剤までの距離が0.5mm離れている)モジュールにおけるSHGデバイスの伝達効率の温度特性を示したものである。伝達効率はモジュール後の赤外結合出力をLD単体の赤外光の出力で割ったものであり、伝達効率の低下はモジュールの温度特性の劣化を示している。図3(a)より、常温から温度変化が大きいほど伝達効率の低下が大きいことがわかる。温度変化時における光導波路内の伝搬ロスの増加、あるいはレーザのスポットサイズと光導波路の導波モードサイズの変化による結合低下は非常に小さく無視できるので、伝達効率低下の原因は、温度変化時にSHGデバイスの固定位置がSHGデバイス、接着剤、Siサブマウントの熱膨張、収縮により変化し、結合効率が低下したと考えることができる。一方で、本実施の形態の、接着剤固定位置が半導体レーザの出射端に近接したモジュールで温度特性を評価すると、図3(b)に示すように10℃~60℃までのSHG青色レーザの赤外パワーの温度特性は劣化することなく、温度に依らず安定した伝達効率を得られた。モジュール動作環境下(ここでは10℃~60℃)においても結合パワーが安定であることを確認し、本実施の形態におけるモジュール構造では良好な温度特性が得られることを実証した。

【0037】

本実施の形態では、波長可変DBR半導体レーザと光導波路型波長変換デバイスとを直接結合した短波長レーザモジュールについて述べたが、半導体レーザと

光導波路デバイスが直接結合したレーザモジュールであれば半導体レーザの種類、および波長によらず、すべての半導体レーザに適用できる。

【0038】

また、本実施の形態は光導波路デバイスにおいてもリッジ型光導波路に限らず、プロトン交換型光導波路や、光ファイバを含めすべての光導波路デバイスに適用できる。光導波路デバイス材料においても LiNbO_3 に限らず、石英系光導波路等、その他の光導波路材料にも使用できる。

【0039】

また、光ディスク分野に限らず、光通信分野等における直接結合型光導波路レーザモジュールのすべてに適用できる。

【0040】

なおサブマウント、およびパッケージの材料は熱伝導に優れた Si 、および Cu を用いたが、これに限ることはない。熱によるモジュールの歪みをできるだけ低減するためには光導波路デバイス材料の線膨張係数に近いサブマウント材料、パッケージ材料を選択することがより望ましい。

【0041】

サブマウントに形成された溝の形状はエッチングによる V 字型溝であったが、これに限ることはない。カッター等による形成でも構わない。

【0042】

また、本実施の形態においては、入射端近傍の接着剤は、半導体レーザ出射端面より 0.2 mm 位置に位置決めするように幅 0.2 mm の溝を形成したが、溝幅を小さくし、さらに近づけることでよりさらなる高温上昇時 (100℃以上) の結合パワーの信頼性が確保できる。また、接着剤の塗布量を最適化することで、光導波路デバイスの幅方向、すなわち光軸と垂直な軸の接着剤の径を光導波路デバイスの幅と同じ大きさにすると接着強度がより増大し、結合パワーの信頼性はより確保される。

【0043】

(実施の形態 2)

本実施の形態では、QPM-SHG デバイスを Si サブマウント上に UV 接着

剤により 2 点固定する際、接着剤の固定位置を半導体レーザの出射端近傍に制御する構造にすることでモジュールの温度変化時における基本波結合パワー、および青色出力の安定性を確保する。

【0044】

本実施の形態においても、実施の形態 1 と同様に、光波長変換デバイスとして MgO ドープ LiNbO_3 基板上に作製した光導波路型 QPM-SHG デバイスを、半導体レーザとして波長可変機能を有する波長可変半導体レーザを用いた、SHG 青色光源について説明する。

【0045】

実施の形態 1 でも説明したように従来のモジュール構造においては、接着剤の入射端の位置が制御できないため、モジュールの温度変化時、あるいはパッケージへの固定時に、熱による材料の歪みが原因で結合パワー、青色出力が低下する。特に、本実施の形態のように QPM-SHG デバイスの固定箇所を二点にした場合には、固定点二点を基点としてモジュール材料が歪むので応力の逃げ場がなく、固定箇所が 1 点の場合と比べると、接着剤の塗布位置が結合低下に大きく影響する。図 6 に示すように 1 点固定と比較した場合、パッケージ固定後に発生する結合ずれは、接着剤と半導体レーザの距離依存性がより顕著になる。

【0046】

そこで実施の形態 1 に示したように Si サブマウントに結合ずれ防止、接着剤回り込み防止溝（幅 0.2 mm × 深さ $50\text{ }\mu\text{ m}$ ）を半導体レーザ出射端面と平行に形成することにより、パッケージ固定後の結合ずれを回避することができる。

【0047】

また、本実施の形態のように、SHG デバイスを固定箇所 2 点で固定することは、SHG レーザを光ディスク装置に搭載する場合、記録層が 2 層の光ディスク記録再生時には非常に重要となってくる。光ピックアップにおいては、ドライブの温度変化時に良好な信号が得られる必要がある。しかしながら、光ピックアップ温度変化に伴い発光点の位置ずれが生じ、光軸の変化により、信号光の劣化をもたらす。とくに、SHG 青色レーザにおいては SHG デバイスが入射端近傍の 1 点で固定されている場合、出射端面付近が固定されていないため、温度変化に

に伴い、発光点が数 μm オーダーで大きく変化し、青色光2層ディスクの許容発光点位置ずれ量を超えてしまう。発光点が変化することでフォトディテクターの検出位置がずれ、サーボがかからない等の問題が生じる。そこで、QPM-SHGデバイスの出射端面近傍を固定することで発光点の位置ズレを抑制し、サーボ信号を検出することが可能となる。すなわち、2層ディスク対応の青色光源としては、少なくともSHGデバイスの入出射端面近傍位置を含んだ固定箇所2点以上で固定することが非常に重要である。本実施の形態は結合パワー、青色パワーの温度変化時における信頼性を確保し、かつ所望の発光点位置ずれ量を満足するため、実施の形態1と比較してもより実用的である。

【0048】

二点固定時の信頼性をより高めるには接着剤の入射端側の接着面積を出射端側の面積よりも大きくすることにより実現できる。結合ずれの要因はSHGデバイスの入射端側の位置ずれによるものなので入射端側の接着剤面積を大きくすることで接着強度をより増大させることができ、非常に有効である。

【0049】

また、二点固定以外にも熱膨張時の歪みを軽減するため、素子中央部に固定箇所を一点設ける3点固定や、素子全面で固定する全面固定等もある。しかしながら、固定点を多くするとタクトタイムが長くなる、あるいは接着剤の量が増大することにより素子のスムーズな位置決めができなくなる、等の課題が挙げられ、複数点固定には2点固定が最適である。

【0050】

また、SHGデバイスを固定の際、入射端側の接着剤を出射端側の接着剤よりも先に紫外線照射により固定することは、出射端側接着剤を紫外線照射した際に発生する熱による光結合の位置ずれを回避でき、SHGデバイスの実装歩留まりが向上するため、非常に有効である。

【0051】

なお、図5に示すように、Siサブマウントに溝510を形成することで、SHGデバイスの出射端側の接着剤を光軸方向において正確に位置決めすることができる。SHGデバイスの出射端面に接着剤が近接するほど発光点の位置ずれ量

は小さいため、許容の発光点位置ずれ量に従い、溝位置を決定し、接着剤位置を制御することができ、より実用的である。

【0052】

(実施の形態3)

本実施の形態では、QPM-SHGデバイスをSiサブマウントに二点で固定する際、QPM-SHGデバイスの入射端近傍に1点固定後、Siサブマウントを金属パッケージに固定した後に、QPM-SHGデバイスの出射端側の接着剤を固定することで実施の形態2で示した作製工法に比べ、熱による歪みによる影響をさらに受けにくい、モジュール作製方法を実現する。本実施の形態においても、実施の形態1と同様に、光波長変換デバイスとしてMgOドープLiNbO₃基板上に作製した光導波路型QPM-SHGデバイスを、半導体レーザとして波長可変機能を有する波長可変半導体レーザを用いた、SHG青色光源について説明する。

【0053】

本実施の形態におけるSHG青色レーザの作製方法について説明する。図7は本実施の形態における作製方法のフローチャートである。サブマウント固定までの工程は実施の形態1と同様である。

【0054】

まず、Siサブマウント上に波長可変半導体レーザを高精度に実装する。次に、半導体レーザに対し、QPM-SHGデバイスを高精度に実装し、紫外線硬化樹脂により、入射端側で1点固定する。実施の形態1、2と同様、入射端側接着剤は、サブマウント上に形成された溝により半導体レーザ出射端面と0.2mmの距離を保持した状態でQPM-SHGデバイスを固定している。次に、パッケージの所望の位置に半導体レーザ、およびQPM-SHGデバイスを実装したSiサブマウントをAgペーストにより80℃×2Hの熱硬化で固定する。次に、QPM-SHGデバイスの出射端面近くを接着剤で固定するため、常温下でSiサブマウントとQPM-SHGデバイスの隙間に紫外線硬化樹脂を流し込み、その後紫外線照射で流し込んだ接着剤を硬化させる。

【0055】

本実施の形態で作製したSHG青色レーザは、実施の形態2で作製したそれと比べ常温下におけるモジュールの安定性が増す。実施の形態2では、QPM-SHGデバイスを実装したSiサブマウントがパッケージに80℃の高温状態で固定されるため、固定後常温に戻した際、QPM-SHGデバイス、Siサブマウント、金属パッケージの線膨張係数の差により、それぞれが歪んだ状態となる。特に、QPM-SHGデバイスは2点で固定されているので、歪みを逃がすことができず、ある部分においてはストレスがかかりやすい。一方、本実施の形態の作製方法により作製したモジュールは、Siサブマウント固定後に80℃から常温に戻してもQPM-SHGデバイスは入射端一点で固定されているため、ストレスがかかりにくい。

【0056】

常温下において、光導波路デバイスを入射端近傍の2点固定したレーザモジュールの高い信頼性を得るためには本実施の形態の作製工法は非常に有効である。

【0057】

(実施の形態4)

本実施の形態では、Siサブマウントをパッケージに固定した後に、QPM-SHGデバイスをSiサブマウントに二点で固定することで実施の形態2、および実施の形態3で示した作製工法に比べ、熱による歪みによる影響をさらに受けにくい、モジュール作製方法を実現し、結合パワーの高い信頼性を確保する。本実施の形態においても、実施の形態1と同様に、光波長変換デバイスとしてMgOドープLiNbO₃基板上に作製した光導波路型QPM-SHGデバイスを、半導体レーザとして波長可変機能を有する波長可変半導体レーザを用いた、SHG青色光源について説明する。

【0058】

本実施の形態におけるSHG青色レーザの作製方法について説明する。図8は本実施の形態における作製方法のフローチャートである。まず、Siサブマウントをパッケージ内にAgペーストにより80℃×2Hの熱硬化で固定する。次に、常温下で、パッケージ内のSiサブマウント上に固定されている半導体レーザ

に対し、QPM-SHGデバイスを高精度に実装し、紫外線硬化樹脂により、SHGデバイスの入射端近傍、出射端近傍の2点で固定する。本実施の形態においても、実施の形態1、2と同様に、入射端側接着剤は、サブマウント上に形成された溝により半導体レーザ出射端面と0.2mmの距離を保持した状態でQPM-SHGデバイスを固定している。

【0059】

本実施の形態で作製したSHG青色レーザは、実施の形態2、および実施の形態3で作製したモジュールに比べ常温時におけるモジュールの安定性が増す。

【0060】

実施の形態3ではQPM-SHGデバイスは入射端側近傍での一点で固定された状態で、80℃の高温硬化させているため、Siサブマウントをパッケージに固定後、常温に戻した場合には、QPM-SHGデバイス、Siサブマウント、金属パッケージの間には線膨張係数の差により、一点で固定されているがQPM-SHGデバイスにはわずかながら歪みが残留することになる。

【0061】

本実施の形態の作製方法は、QPM-SHGデバイスの固定前に熱処理工程を行うため、QPM-SHGデバイス、Siサブマウント、パッケージ間の線膨張係数の差による歪みがQPM-SHGデバイスには一切かからない。そのため、Siサブマウント上に光導波路デバイスを入射端近傍の2点固定し、かつそれをパッケージングしたレーザモジュールの常温下における高い信頼性を得る方法として、本実施の形態の作製工法は非常に有効である。

【0062】

なお、本実施の形態のQPM-SHGデバイスの固定方法は、実施の形態3のように入射端側接着剤を紫外線照射により固定後、QPM-SHGデバイスの出射端近傍のSiサブマウントとQPM-SHGデバイスの隙間に紫外線硬化樹脂を流し込み、紫外線照射で流し込んだ接着剤を硬化させる方法であっても構わない。

【0063】

【発明の効果】

以上のように、本発明によれば、光導波路型波長変換デバイスを固定する接着剤が、半導体レーザの出射端面近傍に位置するようにサブマウントに溝を形成することで、サブマウントのパッケージ固定時に熱変化による歪みから生じる結合ズレを回避し、赤外光の結合出力、青色光の出力の環境保存試験、動作環境試験における高い信頼性が確保されるのでレーザモジュールの構成として実用的効果は大きい。

【0064】

また、溝を形成することで、光導波路型波長変換デバイスを実装する際、接着剤が半導体レーザの出射端面へ回り込むことを回避し、モジュール作製時の実装歩留まりが大幅に向上するためレーザモジュールの構成として実用的効果は大きい。

【0065】

さらに、光導波路型波長変換デバイスを用いたレーザモジュールにおいては、光導波路型波長変換デバイスを2箇所では接着固定する際、入射端側を接着固定後に、サブマウントをパッケージ固定し、その後、出射端側を接着固定することで、サブマウントのパッケージ固定時に熱変化による歪みから生じる結合ズレを回避し、赤外光の結合出力、青色光の出力の信頼性が確保されるのでレーザモジュールの作製方法として実用的効果は大きい。

【0066】

また、サブマウントをパッケージ固定後に、光導波路型波長変換デバイスをサブマウント上に接着固定することで、サブマウントのパッケージ固定時に熱変化による歪みから生じる結合ズレを回避し、赤外光の結合出力、青色光の出力の信頼性が確保されるのでレーザモジュールの作製方法として実用的効果は大きい。

【0067】

本発明のモジュール構成、モジュール作製方法を用いることで、光導波路型波長変換デバイスの幅を小さくしたり、サブマウント厚みを薄くしたりすることができ、モジュールの軽量化、低コスト化を実現することができるので、光ピックアップへの搭載を考えた場合、それらの実用的効果は大きい。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

(a) 実施の形態 1 の S H G 青色光源の断面図

(b) 実施の形態 1 の S H G 青色光源の構成図

【図 2】

実施の形態 1 における接着剤の距離とパッケージ固定時の赤外出力特性を示す

図

【図 3】

(a) 従来の S H G 青色光源の温度特性を示す図

(b) 実施の形態 1 の S H G 青色光源の温度特性を示す図

【図 4】

(a) 実施の形態 2 の S H G 青色光源の断面図

(b) 実施の形態 2 の S H G 青色光源の構成図

【図 5】

(a) 実施の形態 2 の S H G 青色光源の断面図

(b) 実施の形態 2 の S H G 青色光源の構成図

【図 6】

実施の形態 2 における接着剤の距離とパッケージ固定時の赤外出力特性を示す

図

【図 7】

実施の形態 3 における S H G 青色光源の作製工程図

【図 8】

実施の形態 4 における S H G 青色光源の作製工程図

【図 9】

(a) 従来の 1 点固定 S H G 青色光源の構成図

(b) 従来の 2 点固定 S H G 青色光源の構成図

【符号の説明】

101, 401, 501, 91 x 板 M g O ドープ L i N b O₃ 基板

102, 402, 502, 92 光導波路型 Q P M - S H G デバイス

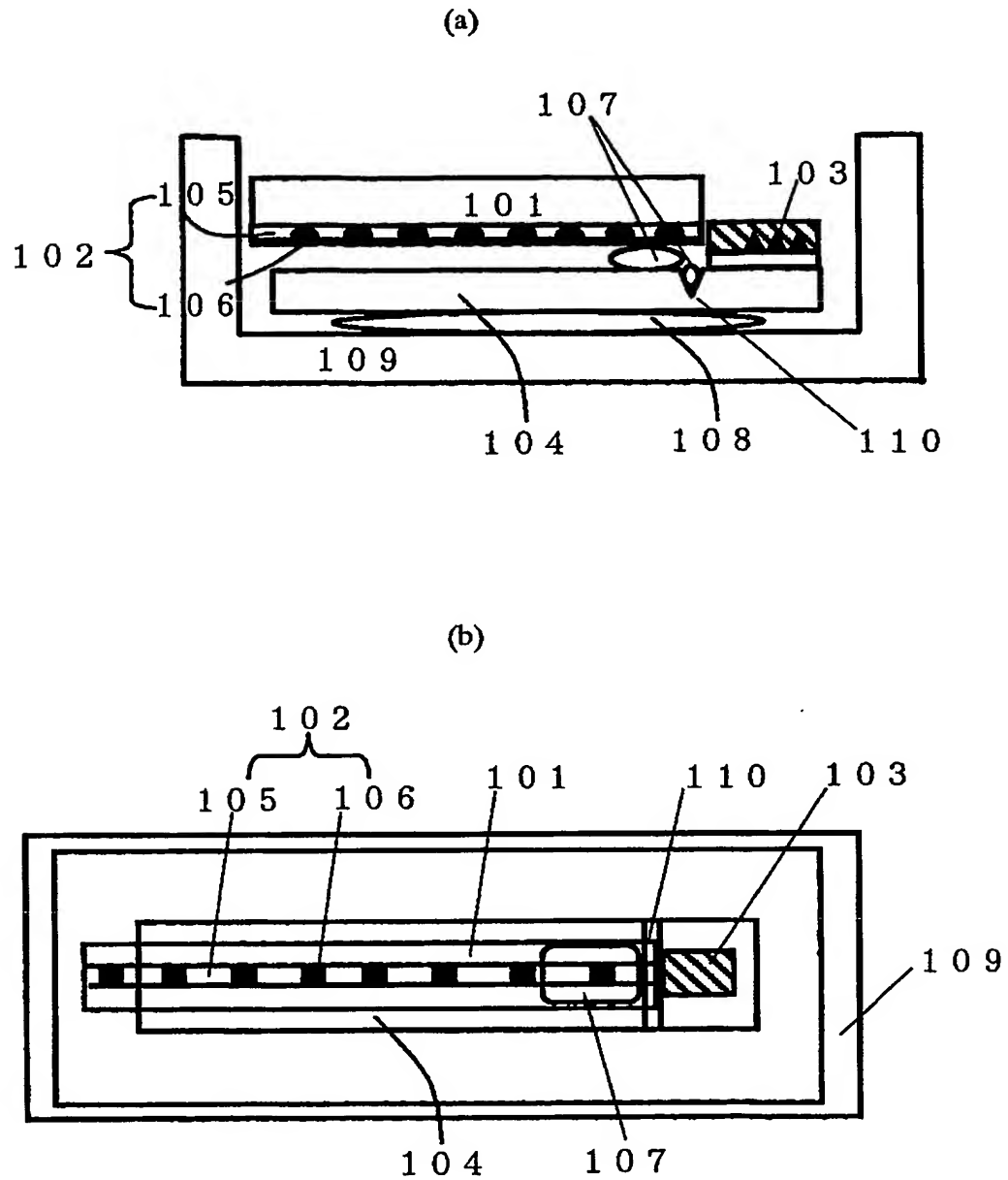
103, 403, 503, 93 波長可変半導体レーザー

1 0 4, 4 0 4, 5 0 4, 9 4 S i サブマウント
 1 0 5, 4 0 5, 5 0 5, 9 5 リッジ型光導波路
 1 0 6, 4 0 6, 5 0 6, 9 6 周期的な分極反転領域
 1 0 7, 4 0 7, 4 1 1, 5 0 7, 5 1 1, 9 7 紫外線硬化剤
 1 0 8, 4 0 8, 5 0 8, 9 8 A g ペースト
 1 0 9, 4 0 9, 5 0 9, 9 9 パッケージ
 1 1 0, 4 1 0, 5 1 0, 5 1 2 溝

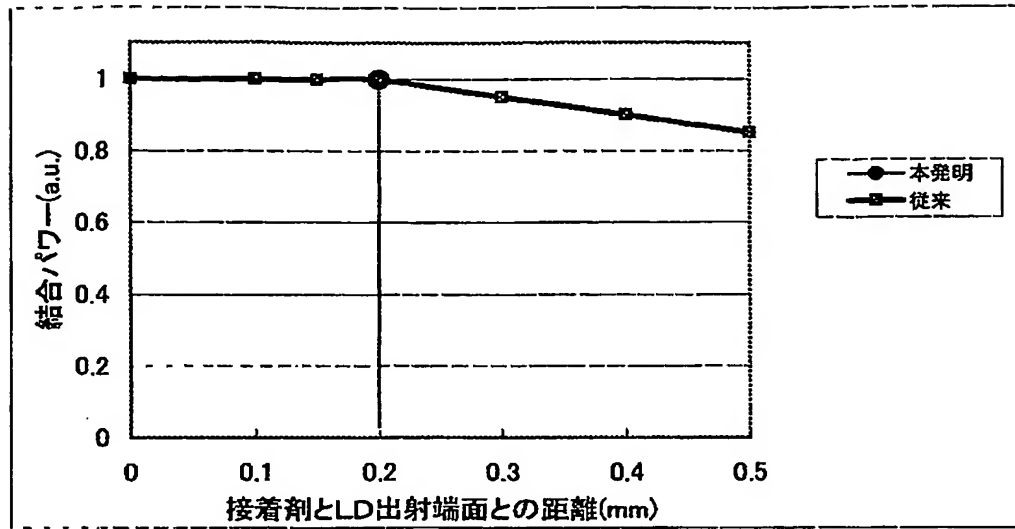
【書類名】

図面

【図 1】

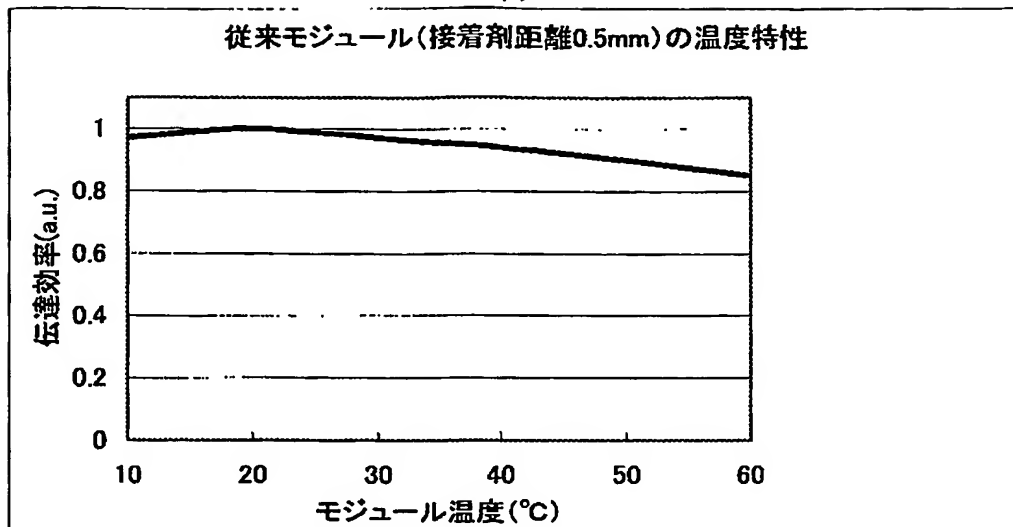


【図 2】

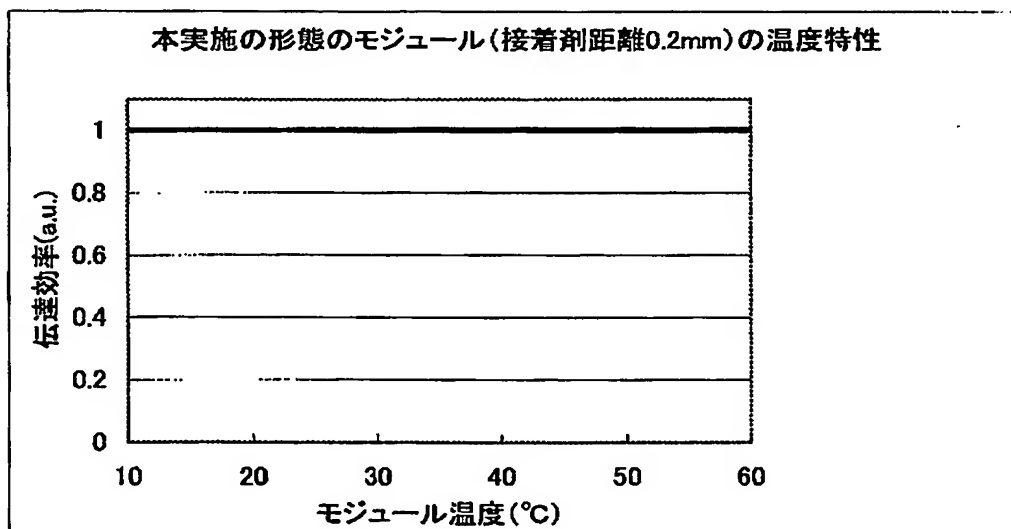


【図 3】

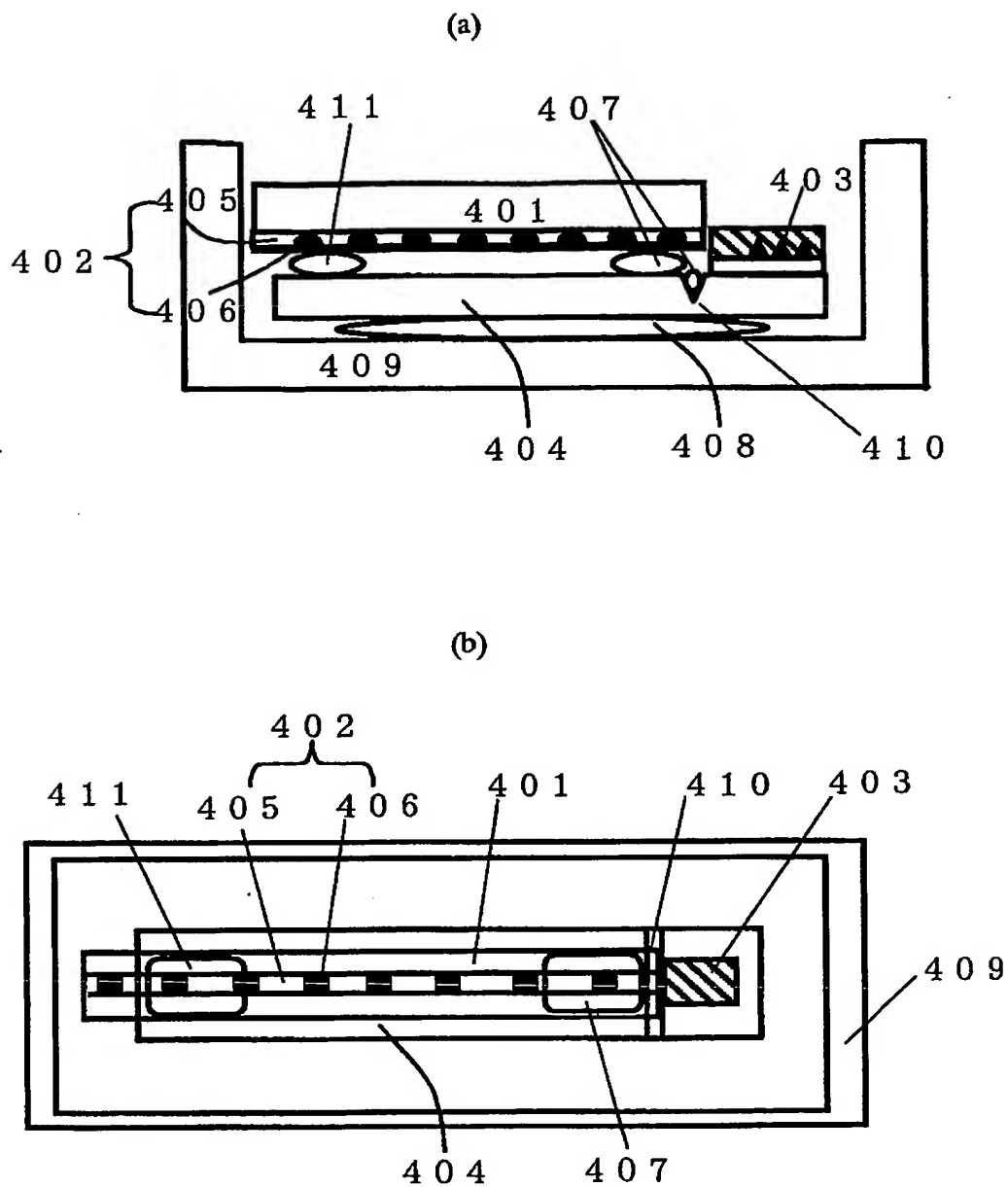
(a)



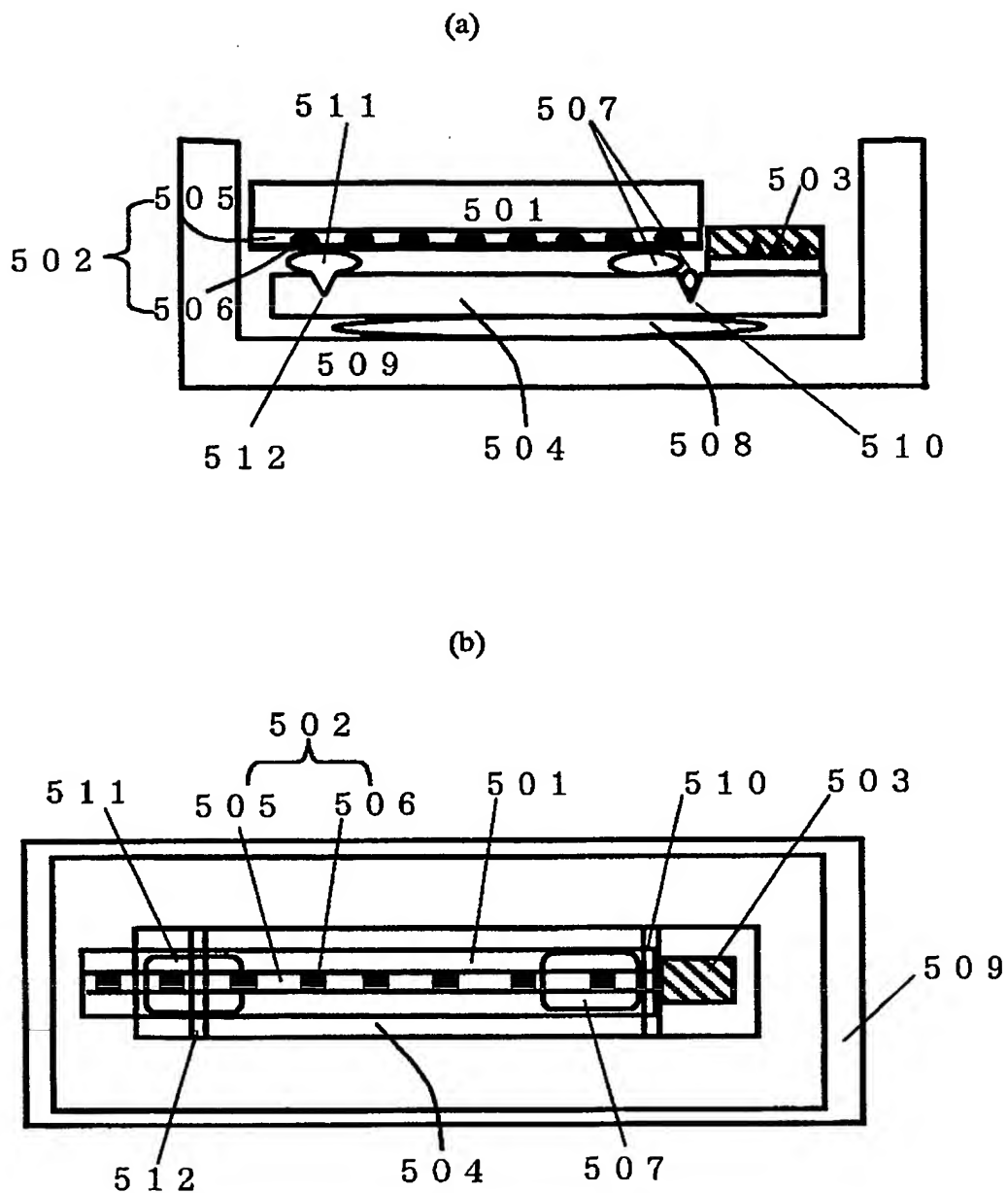
(b)



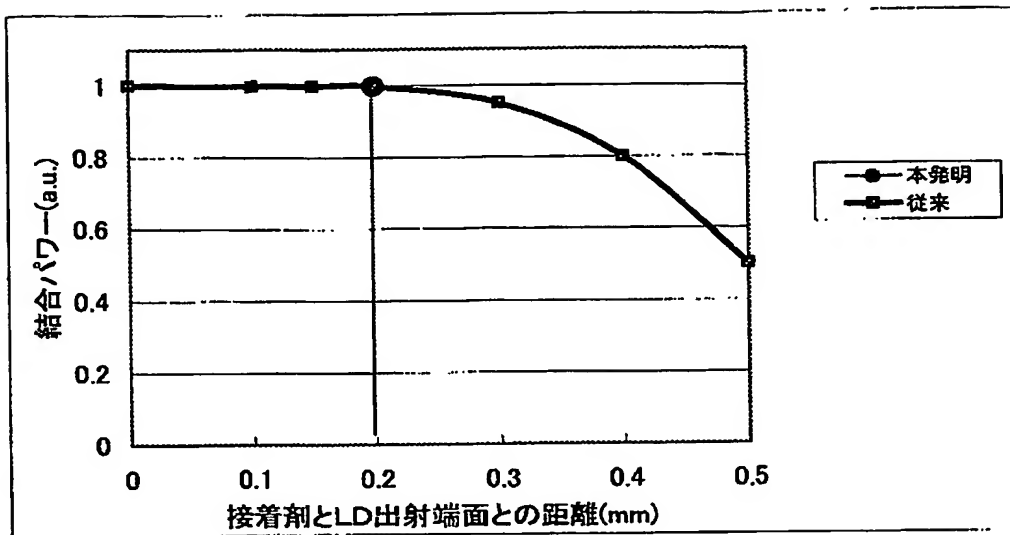
【図 4】



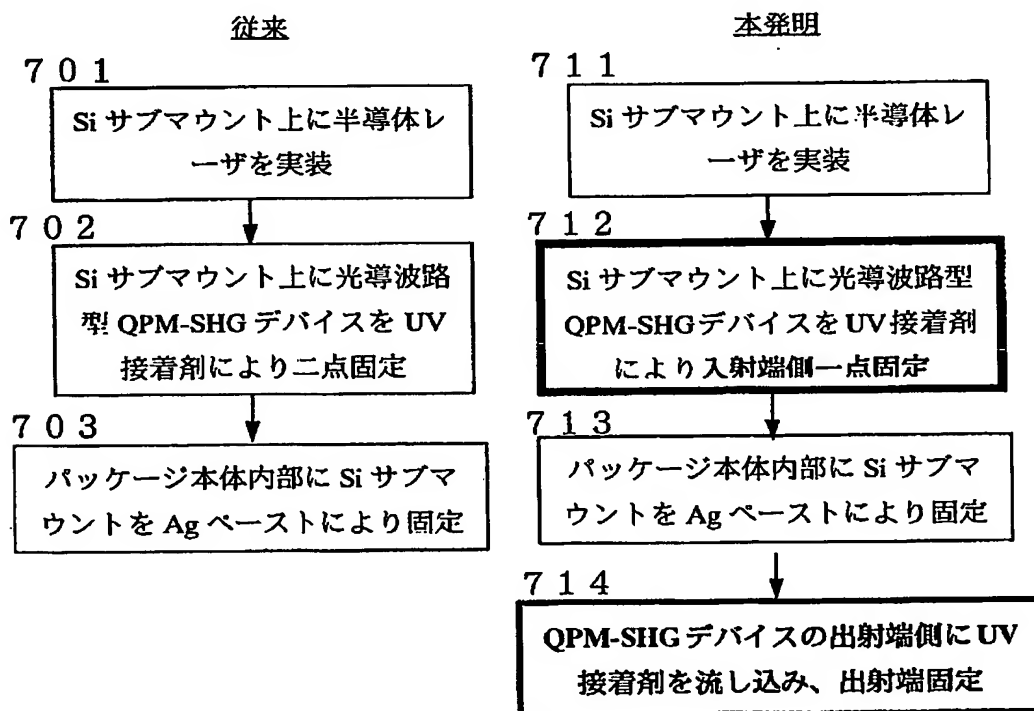
【図 5】



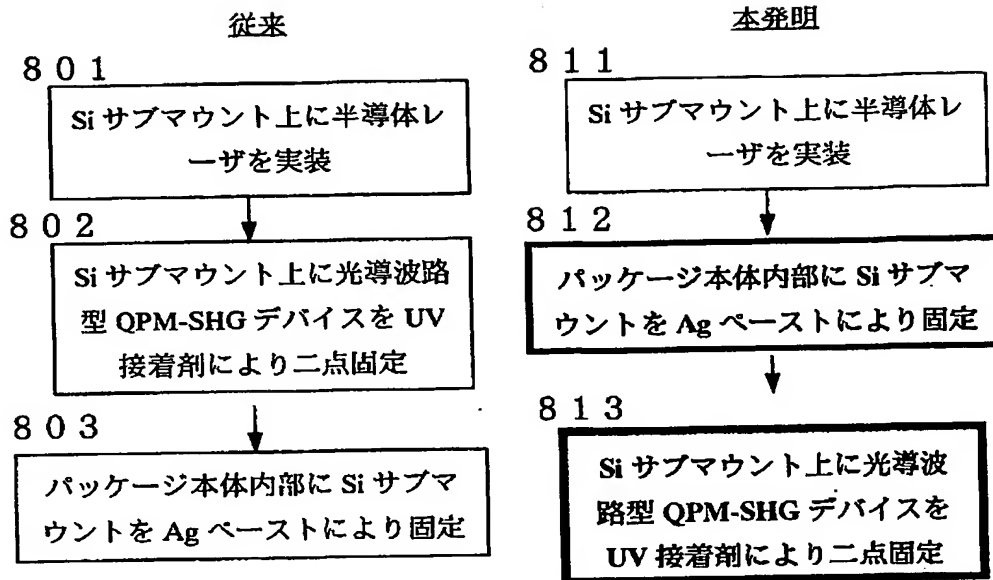
【図 6】



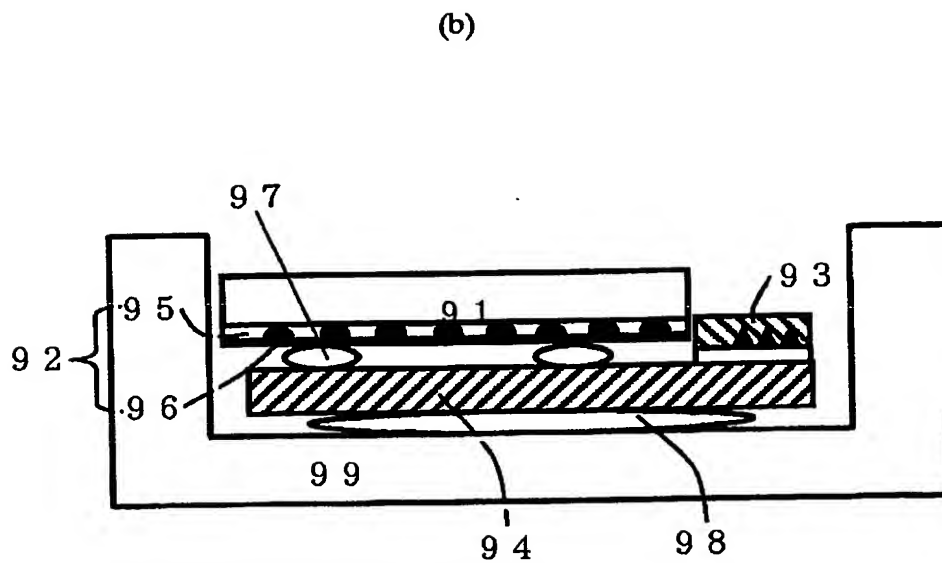
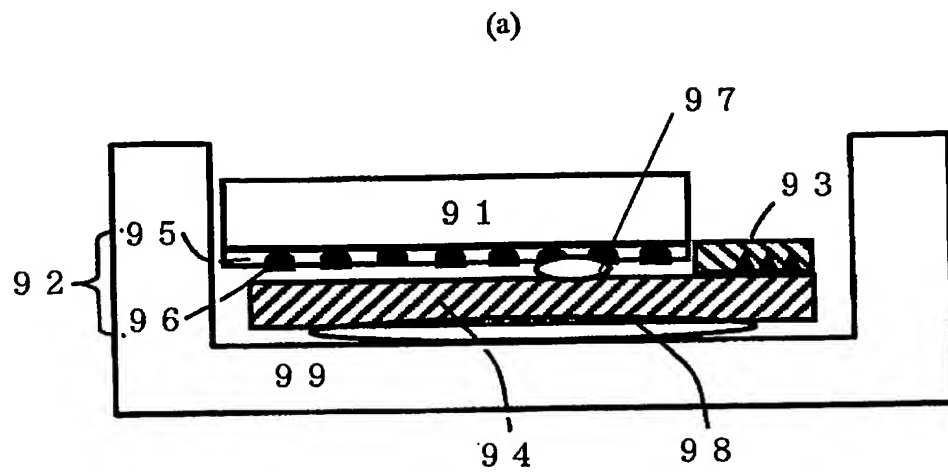
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 レーザモジュールにおいて、サブマウントをパッケージに固定した際やモジュールが温度変化した際に、熱膨張によりモジュールに歪みが生じ、導波路の結合低下が発生することで、モジュールの信頼性（赤外光の結合出力、青色光出力）が失われる。

【解決手段】 光導波路デバイス固定用接着剤と半導体レーザ出射面の距離を一定に保つようにサブマウント上に溝を形成することで光導波路デバイスの入射端近傍に接着剤が配置され、温度変化時における歪みによる影響を回避することでモジュールの高い信頼性を確保する。

【選択図】 図1

特願2002-328053

出願人履歴情報

識別番号

[000005821]

1. 変更年月日

1990年 8月28日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府門真市大字門真1006番地

氏 名

松下電器産業株式会社